稻田稻飞虱卵寄生蜂群落的重建和维持

毛润乾[1]，张文庆[2]，张古忍[2]，古德祥[2]
（1. 广东省昆虫研究所，广州 510260；2. 中山大学昆虫学研究所，生物防治国家重点实验室，广州 510275）

摘要：研究了综防区和非综防区稻田飞虱卵寄生蜂群落的重建和维持。结果表明：早稻生长期，稻虱缨小蜂 *Anagrus nilaparvatae* 和拟稻虱缨小蜂 *A. paranilaparvatae* 在水稻移栽后第 9 天进入综防区稻田，在第 13 天进入非综防区稻田，同在第 21 天完成群落重建，重建速率分别是 0.28 种/天和 0.21 种/天。晚稻生长期，综防区和非综防区稻虱缨小蜂和拟稻虱缨小蜂均在水稻移植后第 1 天进田，至第 21 天完成群落重建，重建速率分别是 0.12 种/天和 0.04 种/天。维持阶段综防区群落较非综防区稳定。群落重建和维持受温度、种库中卵寄生蜂种类和数量、种库距稻田的远近、稻田中害虫种类和数量以及害虫防治策略的影响。

关键词：稻飞虱；卵；寄生蜂；群落重建
中图分类号： Q968.1 **文献标识码**： A **文章编号**：0454-6296（2002）01-0096-06

An investigation on dynamics of egg-parasitoid community on planthopper in rice area in South China

MAO Run-Qian[1]，ZHANG Wen-Qing[2]，ZHANG Gu-Ren[2]，GU De-Xiang[2]（1. Guangdong Entomological Institute，Guangzhou 510260，China；2. Entomological Institute & State Key Laboratory for Biological Control，Zhongshan University，Guangzhou 510275，China）

Abstract: Reestablishment and maintenance of the egg-parasitoid community on rice planthopper were monitored in Dasha Town and Dinghu District，Guangdong Province in 1996. During the first rice season，*Anagrus nilaparvatae* and *A. paranilaparvatae* appeared in IPM paddy in Dasha and in non-IPM paddy in Dinghu on the 9th and 13th day after transplantation of seedlings respectively. The reestablishment finished on the 21st day in both the two types of rice areas. The rate of reestablishment was 0.28 species and 0.21 species per day in IPM and non-IPM area respectively. During the second rice season，*A. nilaparvatae* and *A. paranilaparvatae* were found on the day of transplantation and the community reestablishment ended on the 21st day in both the rice areas. The rate of reestablishment was 0.12 specie and 0.04 species per day in IPM and non-IMP area respectively. During most of rice growing period，the parasitoid community was steadier in IPM area than in non-IPM area. The reestablishment and maintenance was influenced by temperature，species and number of the parasitoids in species pools，the distance from species pools，the insect pest species and the regimes of pest control.

Key words: rice planthopper；egg；parasitoid；community reestablishment

群落重建（community reestablishment）是指短期农作物（如水稻）生境内节肢动物群落重新形成的过程，它是一种季节性的、可重复的动态变化过程（张古忍等，1997）。稻田生态系统包括稻田生境和非稻田生境两部分，未种植水稻期间所有稻田生态系统中的节肢动物以及水稻生长期间非稻田生境中节肢动物构成了稻田节肢动物群落的种库（species pool）（Liss *et al.*，1986）。研究发现，在水稻移植后，稻田内节肢动物群落的重建过程随之开始，当其种类数或密度达到最大时，重建过程结束。一些作者针对稻田生态系统中的这一现象提出了稻田节肢动物群落重建的概念，并对稻田捕食性天敌群落的重建和发展过程进行了初步研究（张古忍等，1997；张文庆等，1996；蒲蛰龙等，1996）。

基金项目：国家自然科学基金面上项目（39770514）和国家自然科学基金重点项目（39830040）
第一作者简介：毛润乾，男，湖北罗田籍，1968 年 3 月生，硕士，助研，研究方向为昆虫生态与害虫综合防治，E-mail：maorun@163.com
收稿日期 Received：2000-03-12；接受日期 Accepted：2001-02-09

同样的道理，稻田寄生性天敌群落也存在一个重建的过程，它是水稻移栽后，稻田寄生蜂群落中种类和数量不断增多，然后达到相对稳定的过程，其群落一旦稳定，重建过程就结束。本文作者在稻田捕食性天敌群落重建的基础上，研究了稻田中稻飞虱卵寄生蜂群落的重建，并分析和讨论了群落重建和发展与种库的关系。

1　材料与方法

1.1　试验地点

试验地分综防区和非综防区。综防区选在广东省四会市大沙镇（北纬 23°19′，东经 112°40′）约 1 600 m² 的一块稻田，该稻田 20 多年来实行以生物防治为主的害虫综合治理策略，水稻生长期不施农药。非综防区选在广东省鼎湖区内一块稻田，面积约 700 m²，该区实施化学防治，农药用量和时间由当地农民自己决定。

两地距离 20 km 左右，气候条件、耕作制度以及稻田周围田埂和路边上禾本科杂草主要种类没有明显差别，禾本科杂草主要有狗牙根 *Cynodon dactylon*、假稻 *Leersia hexandra* var. *japonica*、两耳草 *Paspalum conjugatum* 等，鼎湖区试验田周围禾本科杂草数量及其覆盖度高于大沙镇（表 1）。

1.2　调查时间和方法

1995 年 12 月至 1996 年 11 月。冬季休耕期，从水稻收割后第 2 天开始，至翌年早稻移栽的前一天止，每隔 15～25 天调查 1 次。夏季休耕期内，从早稻收割后第 2 天开始，至当年晚稻移栽的前一天止，每周调查 1 次。水稻生长期，从水稻移植后第 1 天开始，每 4 天调查 1 次，调查 5～6 次后，改为 7～10 天调查 1 次，至水稻收割前结束。

每次调查时，在稻田、田埂和路边选 5～10 个点，每点 0.5 m²。每样点采稻田中稻禾或田埂和路边上禾本科杂草 50 茎，连同根部泥土一起带回实验室，分别栽培在不同的养虫笼中。逐日检查、收集羽化出的卵寄生蜂，用 75% 酒精将其保存于指形管中。鉴定寄生蜂标本，记录不同样方的禾本科杂草上寄生蜂的种类和数量。

1.3　数据分析

统计每 50 株水稻、禾本科杂草上（单位样方）寄生蜂数量平均值和物种数。优势种的优势度指数采用 Berger-Parker 指数，即优势种的数量占群落中全部物种总数的百分比。稻田稻飞虱卵寄生蜂与种库的相关性用相关系数测定。群落稳定性用群落波动强度（fluctuation intensity，*FI*）（王伯荪等，1996）测定：$FI = \sum FI_i$；$FI_i = [n_i - \sum(n_i/s) - A]/\sum(n_i/s)$，其中，$FI$ 为一段时间内群落的波动强度；FI_i 为某个时刻群落的波动强度；s 为调查次数；n_i 为每次调查中物种数；A 为群落物种数正常自然变动量。

2　结果与分析

2.1　稻飞虱卵寄生蜂群落的动态

稻飞虱卵寄生蜂群落变化分为重建、维持和瓦解三个阶段（图 1）。早稻生长期间，群落的重建从水稻移植开始，到第 21 天结束（表 2，图 1-A）。随后群落处于在维持阶段，随着物种的迁入和迁出，其种类和数量在一定范围内波动，群落在移植第 89 天左右开始瓦解（图 1-A）。晚稻生长期，水稻移植第 21 天完成群落重建，第 21 天至第 76 天为群落维持阶段，第 77 天群落开始瓦解（图 1-B）。大沙镇（综防区）稻田稻飞虱卵寄生蜂群落这三个阶段较鼎湖区（非综防区）明显。

表 1　试验田周边生境概况

Table 1　Outline of habitats around rice fields investigated

调查地点 Site	生境类型 Habitat	禾本科杂草 Weed in Poaceae	植被覆盖度 Vegetation	水稻害虫防治 Regime of rice pest control
大沙 Dasha	田埂 ridge	少 rare	差 poor	综合防治 IPM
	路边 roadside	少 rare	差 poor	综合防治 IPM
鼎湖 Dinghu	田埂 ridge	较多 moderate	较好 rich	常见化学防治 pesticides
	路边 roadside	多 abundance	较好 rich	常见化学防治 pesticides

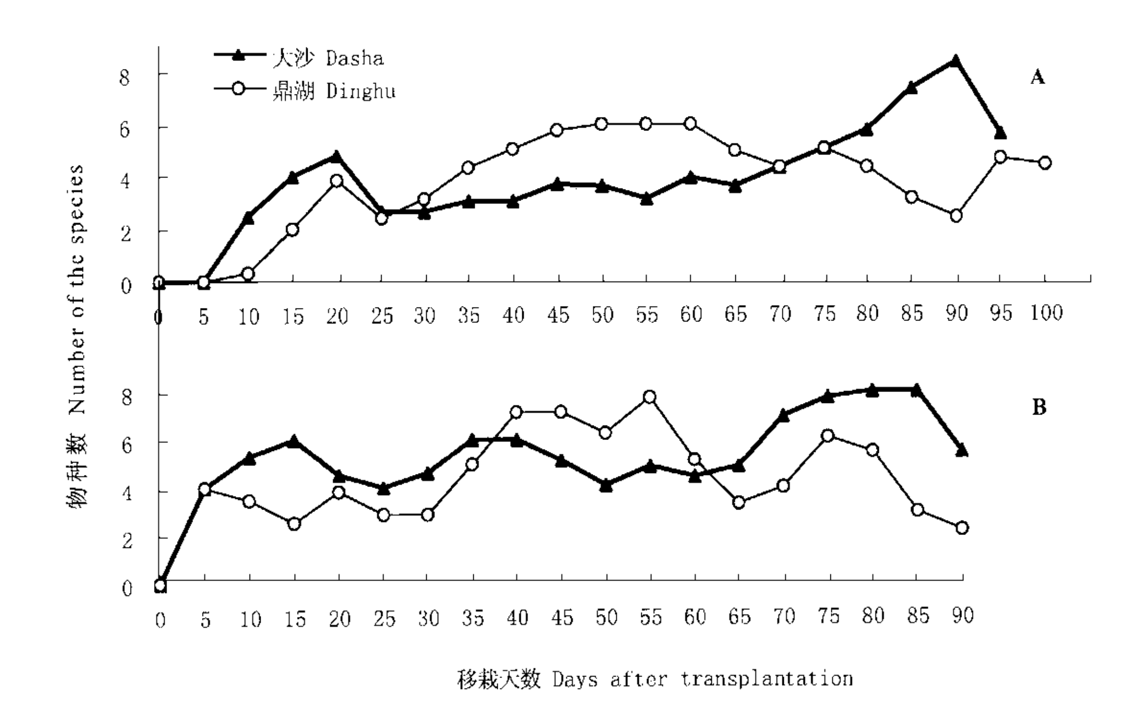


图1 早稻（A）和晚稻（B）田稻飞虱卵寄生蜂群落的重建、维持与瓦解（1996）

Fig. 1 Dynamics of egg parasitoid communities on the rice planthoppers in the fields of the first rice season（A）and the second rice season（B）（1996）

表2 综防区和非综防区早稻田稻飞虱卵寄生蜂群落的重建（移植后不同时间（天）的蜂数/50株）

Table 2 Reestablishment of egg-parasitoid communities on rice planthoppers in fields of the first rice season in IPM and non-IPM areas（number of wasp every 50 plants on the day(s) after transplantation）

卵寄生蜂 Egg-parasitoid	综防区① IPM area						非综防区② Non-IPM area					
	1	5	9	13	17	21d	1	5	9	13	17	21d
稻虱缨小蜂 *A. nilaparvatae*	0	0	0.3	0.4	0.3	0.1	0	0	0	0.4	0.7	1.9
长管稻虱缨小蜂 *A. longitubulosus*	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0.1	0.3
拟稻虱缨小蜂 *A. paranilaparvatae*	0	0	0.1	0.1	0	0.3	0	0	0	0	0	0
短管稻虱缨小蜂 *A. shortitubulosus*	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0
Anagrus sp.	0	0	0	0	1.3	1.4	0	0	0	0	0	2.1
Gonatoceras sp.	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0.6
叶蝉寡索赤眼蜂 *O. nephotettica*	0	0	0	0.4	0.3	0.1	0	0	0	0	0	0
Oligoasita sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0	0

①在大沙镇 in Dasha Town；②在鼎湖区 in Dinghu District。后同 The same for the following tables

2.2 稻飞虱卵寄生蜂群落的重建

2.2.1 早稻生长期稻飞虱卵寄生蜂群落的重建：大沙镇早稻田中，移植后第9天稻虱缨小蜂 *Anagrus nilaparvatae* Pang *et* Wang 和拟稻虱缨小蜂 *A. paranilaparvatae* Pang *et* Wang 开始进田。第21天稻田中卵寄生蜂达5种，完成群落重建（图1-A）。重建期间，优势种为缨小蜂 *Anagrus* spp.（表2）。

鼎湖区，早稻田中最早进田的是稻虱缨小蜂，时间是在水稻移植后第13天（表2）。水稻移植后第21天卵寄生蜂达4种，完成群落重建（图1-A）。重建期间优势种与大沙镇相似（表2）。

用 y 表示群落中稻飞虱卵寄生蜂物种数，t 表示移植后天数，得群落重建回归方程：

大沙镇：$y = 0.2786t - 0.5643$ （$r = 0.97$） $0 \leqslant t \leqslant 21$

鼎湖区：$y = 0.2143t - 1.0238$ （$r = 0.92$） $0 \leqslant t \leqslant 21$

早稻生长期，大沙镇和鼎湖区群落重建过程中物种数的增长率分别为 0.28 种/天和 0.21 种/天，前者是后者的 1.3 倍。

2.2.2 晚稻生长期稻飞虱卵寄生蜂群落的重建：大沙镇晚稻移植后第 1 天即可调查到稻虱缨小蜂和拟稻虱缨小蜂，第 5 天长管稻虱缨小蜂和 *Oligosita* sp. 进田，然后是 *Mymar* sp. 和 *Trichogramma* sp. 等（表 3）。水稻移植后第 21 天卵寄生蜂群落重建完成。在此期间寄生蜂最多达 6 种，优势种为稻虱缨小蜂和拟稻虱缨小蜂（表 3）。

鼎湖区，也是移植后第 1 天即可见稻虱缨小蜂和拟稻虱缨小蜂，第 21 天完成群落重建，物种数为 4 种。优势种为稻虱缨小蜂和叶蝉寡索赤眼蜂（表 3）。重建回归方程为：

大沙镇：$y = 0.1214t + 3.1654$ （$r = 0.60$） $0 \leq t \leq 21$

鼎湖区：$y = 0.0357t + 2.7738$ （$r = 0.27$） $0 \leq t \leq 21$

增长速率分别为 0.12 种/天和 0.04 种/天，大沙镇是鼎湖区的 3.0 倍。

晚稻田中稻飞虱卵寄生蜂的重建比早稻生长期进田早。其原因可能是：（1）早稻移植后，水稻生长前期稻田中飞虱数量少，飞虱卵寄生蜂的食物寄主相对不足，因而物种进田较慢；晚稻移植，由于某些秧苗带有已被寄生的飞虱卵，移植时卵寄生蜂可能直接被带进稻田；（2）夏季休耕期间，田埂和路边等种库中禾本科杂草上稻飞虱卵寄生蜂的种类和数量明显高于冬季休耕期，因而可供定殖的物种较多。

2.2.3 群落重建与种库的关系：田埂和路边种库中优势度较高的稻飞虱卵寄生蜂最早在重建阶段的稻田中发现，并且绝大多数成为重建阶段群落的主要种群（表 2～4）。如大沙镇，最早进入早稻田的是稻虱缨小蜂、拟稻虱缨小蜂、*Gonatocerus* sp. 和叶蝉寡索赤眼蜂，这些物种均在冬季休耕期田埂和路边种库中存在并有较高的优势度；最早进入晚稻田的是稻虱缨小蜂、拟稻虱缨小蜂、长管稻虱缨小蜂、*Oligosita* sp. 和 *Trichogramma* sp. 是夏季休耕期种库中优势度较高的物种。*Anagrus* sp. 是大沙镇早稻生长期群落重建阶段优势种之一，但在田埂和路边种库中没有发现，可能是从其它生境中迁入。鼎湖区稻田也有相似的结果。

表 3 综防区和非综防区晚稻田稻飞虱卵寄生蜂群落的重建（移植后不同时间（天）的蜂数/50 株）

Table 3 Reestablishment of egg-parasitoid communities on rice planthoppers in fields of the second rice season in IPM and non-IPM areas (number of wasp every 50 plants on the day(s) after transplantation)

卵寄生蜂 Egg-parasitoid	综防区 IPM area						非综防区 Non-IPM area					
	1	5	9	13	17	21d	1	5	9	13	17	21d
稻虱缨小蜂 *A. nilaparvatae*	2.2	3.6	0.6	1.4	1.4	1.0	2.2	2.6	0	0	0	0
长管稻虱缨小蜂 *A. longitubulosus*	0	0.4	0	0	0	0	1	0.2	7	2.8	0.6	2.8
拟稻虱缨小蜂 *A. paranilaparvatae*	1.2	2.4	0.8	0.4	0.4	0.6	0	0	0	0	0	0.4
Gonatocerus sp.	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0
Mymar sp.	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neutrous sp.	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0
叶蝉寡索赤眼蜂 *O. nephotettica*	0	0	0	0.2	0.2	0.4	0	0.8	0.8	0.6	0.6	4.8
Oligoasita sp. 1	0	0.2	0.4	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0
Oligoasita sp. 2	0	0	0	1.6	1.6	0	0	0	0	0	0	0
Trichogramma sp. 1	0	0	1.0	0.4	0	0	0	1.4	3.8	0	1	0
Trichogramma sp. 2	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0
Paracentroia andoi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8

表 4 综防区和非综防区稻田稻飞虱卵寄生蜂群落重建过程中的卵寄生蜂优势度指数（%）

Table 4 Dominant index (%) of the main egg-parasitoids on rice planthoppers during egg-parasitoid community reestablishment in IPM and non-IPM areas

卵寄生蜂 Egg-parasitoid	综防区 IPM area			非综防区 Non-IPM area		
	稻田 Paddy	田埂 Ridge	路边 Roadside	稻田 Paddy	田埂 Ridge	路边 Roadside
早稻田 1st rice season						
稻虱缨小蜂 *A. nilaparvatae*	19.2	27.1	21.5	49.3	31.1	40.3
长管稻虱缨小蜂 *A. longitubulosus*	2.3	26.5	9.6	4.6	13.6	14.9
拟稻虱缨小蜂 *A. paranilaparvatae*	9.5	18.2	17.8	6.4	31.5	18.2
Anagrus sp.	45.2	0	0	22.9	0.7	0
Gonatocerus sp.	7.2	7.7	28.2	0	1.0	8.4
叶蝉寡索赤眼蜂 *O. nephotettica*	14.3	8.3	8.2	6.1	0	0
Oligoasita sp. 1	0	0	0	10.7	0	0
晚稻田 2nd rice season						
稻虱缨小蜂 *A. nilaparvatae*	43.6	39.3	22.9	13.6	19.3	41.2
长管稻虱缨小蜂 *A. longitubulosus*	1.7	0	17.4	40.7	0	0
拟稻虱缨小蜂 *A. paranilaparvatae*	24.8	32.5	12.7	1.1	21.1	32.4
Gonatocerus sp.	0.9	0	9.3	0	12.3	5.9
叶蝉寡索赤眼蜂 *O. nephotettica*	3.4	2.9	2.3	21.5	17.5	2.9
Oligoasita sp. 1	3.4	0	2.3	0	0	0
Oligoasita sp. 2	13.7	0	0.8	0	0	0
Trichogramma sp. 1	6.0	0	2.3	17.5	3.5	0
Paracentroia andoi	0	0	0	5.1	15.8	11.8

2.3 稻飞虱卵寄生蜂群落的维持

2.3.1 维持阶段群落的稳定性：群落维持期间的稳定性可用群落波动强度表示，正数表示正向波动，负数表示负向波动。早稻生长期，大沙镇和鼎湖区稻飞虱卵寄生蜂群落维持阶段稳定性指数分别为 0.62 和 −0.48，晚稻生长期分别为 0.60 和 −0.53，说明大沙镇卵寄生蜂群落较鼎湖区稳定。

2.3.1 群落维持与种库的关系：相关分析结果表明，稻田、田埂和路边中稻飞虱卵寄生蜂群落存在不同程度的相关性（表 5），大沙镇稻田稻飞虱卵寄生蜂群落同种库卵寄生蜂群落的相关关系高于鼎湖区。距稻田较近的田埂同稻田的相关关系大于稻田同路边群落的相关关系。

表 5 稻田生态系统不同生境中稻飞虱卵寄生蜂群落之间的相关关系

Table 5 Correlation between egg-parasitoid communities on rice planthoppers in different habitats in rice ecosystem

水稻类型 Rice type	地点 Site	相关系数 Correlation coefficient	
		稻田-田埂 Paddy-ridge	稻田-路边 Paddy-roadside
早稻 the 1st rice season	大沙镇 Dasha	0.70	0.25
	鼎湖区 Dinghu	0.24	0.16
晚稻 the 2nd rice season	大沙镇 Dasha	0.76	0.18
	鼎湖区 Dinghu	0.50	0.04

3 讨论

寄生性天敌群落重建方面的研究报道不多，赵志模等（1984）曾将稻田鳞翅目害虫寄生蜂群落的发展分为 3 个相互联系的阶段：缓慢增长、稳定和衰退。本文结果与稻田鳞翅目害虫寄生蜂群落的研究结果相似，稻田中稻飞虱卵寄生蜂群落都周期性地呈现出重建、维持和瓦解 3 个阶段。

毛润乾等（1999）研究结果证实，影响群落重建和发展的主要因素：（1）种库中禾本科杂草的种类和数量；（2）温度；（3）害虫防治策略。另外，稻田中害虫种类和数量、种库距稻田的远近也影响群落的重建和维持（张古忍等，1997；蒲蛰龙等，1996；毛润乾等，1999）。本项研究结果显示综防区种库中禾本科杂草数量和覆盖度均低于非综防区（表 1），而综防区寄生蜂却进田早、重建速度快、完成重建时物种数多，群落发展较非综防区稳定（图 1），我们认为可能是害虫防治策略在起主导作用。大沙镇长期大面积实施以发挥天敌效能为主的水稻害虫综合防治，在生态系统水平调控稻田天敌群落，使得整个农田生态系统（包括种库）中的群落优于非综防区，增强了稻田天敌的优势地位，从而增强了群落重建和发展的能力。

稻田生态系统包括稻田和非稻田生境，研究发现，在非稻田中生境保留一定比例的野生植物引诱害虫产卵和取食（Srinivasan *et al*.，1991），种植其它作物如稻田田埂上种大豆等能促使某些天敌种群的迅速建立或增加天敌的数量和活力（Altieri *et al*.，1994），以及通过间作或轮作等方法种植增诱作物增加天敌的数量（周大荣等，1997）。如果能利用生态调控制技术（俞晓平等，1996），在天敌重建期间，充分保护和利用稻田周围生境中的天敌，使天敌进田时间提早、重建速度加快、重建完成时间缩短，那么，天敌的自然控制作用便会进一步加强。

Way 等（1994）的研究结果表明在水稻移植后 40 天内使用杀虫剂，使稻田天敌数量明显减少，对害虫的控制作用降低，并建议在水稻移植后 40 天内不使用杀虫剂。我们的研究表明这段时间是稻飞虱卵寄生蜂群落重建的关键时期，同样不宜使用杀虫剂。

参 考 文 献（References）

Altieri M A，1994. Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems. New York：Food Products Press.

Liss W L，Gut L J，Westigard P H，1986. Perspectives on arthropod community structure，organization and development in agricultural crops. *Ann. Rev. Entomol.*，31：455～478.

Mao R Q，Zhang W Q，Zhang G R，Gu D X，1999. Structure and dynamics of egg parasition community of planthopper in non-rice habitats. *Acta Scientiarum Natrualium Universitatis Sunyatseni*，38（5）：72～76.［毛润乾，张文庆，张古忍等，1999. 非稻田生境飞虱卵寄生蜂群落的结构和动态. 中山大学学报，38（5）：72～76］

Pu Z L，Gu D X，Zhang R J，1996. 23 years for rice pest IPM in Dasha Town. In：Zhang Z L *et al*. eds. The Themes for Integrated Damage-Feature Management in China. Beijing：China Agricultural SciTech Press. 16～23.［蒲蛰龙，古德祥，张润杰，1996. 大沙镇水稻害虫综合防治 23 周年. 见 张芝利等主编：中国有害生物综合防治论文集. 北京：中国农业科技出版社，16～23］

Srinivasan K，Moorthy N K K，1991. Indian mustard as a trap crop for management of major lepidopterous pests on cabbage. *Trop. Pest Manag.*，37（1）：26～32

Wang B S，Yu S X，Peng S L，1996. Plant Community Lab Guide. Guangzhou：Guangdong High Education Press. 171～174.［王伯荪，余世孝，彭少麟等，1996. 植物群落实验手册. 广州：广东高等教育出版社，171～174］

Way M J，Heong K L，1994. The role of biodiversity in the dynamics and management of insect pests of tropical irrigate rice：a review. *Bull. Entomol. Res.*，84：567～587

Yu X P，Hu C，Heong K L，1996. The effects of non-crop habitats on crop pests and their natural enemies. *Chinese Journal of Biological Control*，12（3）：130～133［俞晓平，胡萃，Heong K L，1996. 非作物生境对农田害虫及其天敌的影响. 中国生物防治，12（3）：130～133］

Zhang G R，Gu D X，Zhang W Q，1997. Species pools of predatory arthropod communities and community rebuilding in paddy fields. *Chinese Journal of Biological Control*，13（2）：65～68.［张古忍，古德祥，张文庆，1997. 稻田捕食性节肢动物群落的种库与群落的重建. 中国生物防治，13（2）：65～68］

Zhang W Q，Zhang G R，Gu D X，1996. On some species of community ecology associated with the preservation and utilization of farmland natural enemies. *Acta Phytophylacica Sinica*，23（4）：363～368.［张文庆，张古忍，古德祥，1996. 保护利用天敌的几个群落问题探讨. 植物保护学报，23（4）：363～368］

Zhao Z M，Zhou X Y，1984. Ecology—The Theory of Integrated Pest Management and its Application. Chongqing：Scientech Reference Press. 215～216.［赵志模，周新远，1984. 生态学引论——害虫综合防治的理论及应用. 重庆：科学技术文献出版社重庆分社，215～216］

Zhou D R，Song Y Y，Wang Z Y *et al*.，1997. Study on the preference habitat of *Trichogramma ostriniae*：Ⅱ. Effect of summer corn interplanted with creeping type mungbean on the parasitic rate. *Chinese Journal of Biological Control*，13（2）：49～52.［周大荣，宋彦英，王振营等，1997. 玉米螟赤眼蜂适宜生境的研究与利用：Ⅱ. 夏玉米间作匍匐型绿豆对玉米螟赤眼蜂寄生率的影响. 中国生物防治，13（2）：49～52］